

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **04204161 A**

(43) Date of publication of application: **24.07.92**

(51) Int. Cl.

G01P 3/42
G01P 3/44

(21) Application number: **02334234**

(22) Date of filing: **30.11.90**

(71) Applicant: **KOMATSU LTD**

(72) Inventor:
SOMA SHINJI
MORI HIDEMOTO
MATSUNAGA TAKASHI
TSUGAWA KENICHI

(54) **CORRECTING METHOD FOR ERROR IN
MEASURED SPEED OF RESOLVER**

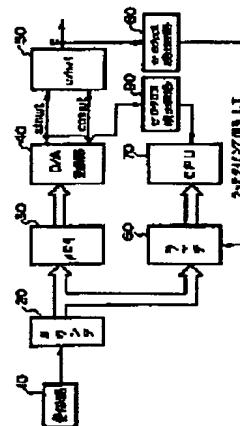
used for actual control. Thus the accurate rotating speed can be always detected.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

PURPOSE: To make it possible to detect the accurate rotating speed all the time by rotating a resolver at an equal speed and obtaining a speed correcting coefficient before the resolver is actually used.

CONSTITUTION: At first a resolver 50 is driven at an equal speed ω . The rotating speed ω_n is sampled in response to each rotating position θ_n . Then, the ratios between the obtained $\omega_1, \dots, \omega_n$ and ω_{max} and the preset equal speed ω are obtained. Correcting coefficients $A(\theta_1), \dots, A(\theta_n)$ and $A(\theta_{max})$ corresponding to the positions $\theta_1, \dots, \theta_n$ and θ_{max} are obtained. Then, the resolver is actually driven. A CPU 70 measures the rotating position $R(\theta_n)$ by signal processing. The rotating speed $V(\theta_n)$ is obtained by computing the difference between the data at this position and the data at the previous position. The CPU 70 corrects the rotating speed $V(\theta_n)$ by using the correcting coefficient $A(\theta_n)$ for the rotating position $R(\theta_n)$. The corrected value is made to be the true rotating speed $V_c(\theta_n)$, and the speed is



⑩ 日本国特許庁(JP) ⑪ 特許出願公開
⑫ 公開特許公報(A) 平4-204161

⑬ Int. Cl.⁵ 識別記号 庁内整理番号 ⑭ 公開 平成4年(1992)7月24日
G 01 P 3/42 D 9010-2F
3/44 C 9010-2F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 レゾルバの測定速度誤差補正方法

⑯ 特 願 平2-334234

⑰ 出 願 平2(1990)11月30日

⑱ 発 明 者 相 馬 慎 二 神奈川県平塚市四ノ宮2597 株式会社小松製作所電子機器
製造部内
⑱ 発 明 者 森 英 基 神奈川県平塚市四ノ宮2597 株式会社小松製作所電子機器
製造部内
⑱ 発 明 者 松 永 隆 神奈川県平塚市四ノ宮2597 株式会社小松製作所電子機器
製造部内
⑱ 発 明 者 津 川 健 一 神奈川県平塚市四ノ宮2597 株式会社小松製作所電子機器
製造部内
⑲ 出 願 人 株式会社小松製作所 東京都港区赤坂2丁目3番6号
⑳ 代 理 人 弁理士 木村 高久

明 細 書

1. 発明の名称

レゾルバの測定速度誤差補正方法

2. 特許請求の範囲

レゾルバの励磁信号とレゾルバの出力との位相差データをレゾルバの回転位置データとしてサンプリングし、前回サンプリング値と今回サンプリング値との差分により回転速度を算出するレゾルバにおいて、

レゾルバを所定の等速度 ω で回転させ、この等速回転中にレゾルバ回転速度 ω_n をレゾルバの各回転位置に対応して求める工程と、

前記等速の回転速度 ω を上記工程で求めた各レゾルバ回転速度 ω_n で除すことで速度補正係数をレゾルバの各回転位置に対応して求める工程と、

レゾルバを用いて回転軸の速度を算出する際、算出された回転速度を上記速度補正係数を用いて補正する工程と、

を具えるレゾルバの測定速度誤差補正方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、レゾルバの出力を用いて演算した回転体の回転速度を補正して真の回転速度を得るようにしたレゾルバの測定速度誤差補正方法に関する。

〔従来の技術〕

第3図は2相励磁1相出力のレゾルバの概念的構成を示すもので、90度の機械的角度差をもって配置した1次巻線1、2に $\sin\omega t$ 、 $\cos\omega t$ の励磁信号(一次信号)を加えたとなると、2次巻線3の位置(回転角)が θ のときには、2次巻線3には以下の信号が発生する。

$$e = k \sin(\omega t + \theta) \quad k; \text{定数} \quad \dots (1)$$

したがって、一次信号 $\sin\omega t$ と上記式(1)で示す2次巻線3の出力信号との位相差を求めれば、2次巻線3を取り付けた回転軸の回転角 θ を求めることができる。

第4図は、一般的なレゾルバ駆動制御回路を示すもので、このレゾルバ駆動制御回路は、発振器

10、カウンタ20、メモリ30およびD/A変換器40からなる構成によってレゾルバ50に一次信号 slset 、 coset を供給すると共に、ラッチ60およびCPU70からなる構成によって回転角 θ や回転速度 ω を検出するようにしている。

カウンタ20はカウント上限が予め設定されたサイクリックカウンタであり、発振器10の発振パルスを順次カウントし、そのカウント値をメモリ30およびラッチ60に出力する。第5図(a)は、カウンタ20の出力が周期的に(周期T)カウントアップされている様子を示している。

メモリ30には、レゾルバ50に出力する一次信号 slset 、 coset を形成するためのデータが予め記憶されており、カウンタ20の出力をアドレス信号として記憶データが読み出される。具体的には、 slset 、 coset が交互に(時分割に)かつカウンタ20の1カウント周期T中に1周期分の slset 、 coset のデータが読み出されるようにデータが記憶されている。

D/A変換器40は2チャンネルであり、メモ

リ30から出力される slset 、 coset のデータをデジタル/アナログ変換し、その変換信号を励磁信号 slset 、 coset としてレゾルバ50に出力する(第5図(b))。そしてレゾルバ50からは回転軸の回転に応じて先の(1)式に示したような信号 e が出力される(第5図(d))。

ゼロクロス検出回路80は、レゾルバ50の出力信号 e の例えば、負極性から正極性へのゼロクロスを検出し、検出信号LTをラッチ60に出力する(第5図(e))。このゼロクロス検出信号LTはラッチ60のラッチタイミング信号となる。

ラッチ60は、このラッチタイミング信号LTが入力される度に、カウンタ20のカウント値をラッチする(第5図(f))。したがって、ラッチ60の出力は励磁信号 slset とレゾルバ50の出力の位相差 θ 、すなわち2次巻線を取り付けた回転軸の位置を表わしていることになる。

CPU70は、ラッチ60のラッチデータを上記励磁信号 slset または coset の周期に同期したタイミングで読み込むことで、上記ラッチデータ

を定期的にサンプリングするものであり、この場合はゼロクロス検出回路90で一時信号 slset の負極性から正極性へのゼロクロスを検出し、このゼロクロス検出信号をCPU70の読み込みタイミング信号として用いるようにしている。例えば、CPU70では、ゼロクロス検出回路90の検出信号を所定時間 t_1 だけ遅延し、この遅延終了時をサンプリングタイミングとすることでラッチデータを読み込むようにする(第5図(c))。この結果、CPU70には、第5図(g)に示すような回転軸の位置データがサンプリングされる。

〔発明が解決しようとする課題〕

ところで、上記の従来方式によれば、メモリ30に記憶されたデータを用いて発生した励磁信号 slset および coset はデジタル処理によるものであるために理想的な \sin カーブ、 \cos カーブから若干ずれたものになり、この slset および coset が励磁信号としてレゾルバに加えられる。また、前記第4図に示した各構成要素には理想的なものと比べてそれぞれ様々な処理の時間遅れが発生す

る。

これらを原因として従来構成では、第6図(a)に示すように、サンプリングされた位置データは真の位置データからずれた誤差を含むものとなる。したがって、この様な位置データを差分して求めた回転速度は、第6図(b)に示すように、真の回転速度からずれてしまい、この結果、例えばモータなどの速度制御がうまくいかず、滑らかな回転制御をなし得ないなどの問題がある。

この発明はこのような実情に鑑みてなされたもので、測定された回転速度を補正して真の回転速度を得るようにして常に正確な回転速度検出をなし得るレゾルバの測定速度誤差補正方法を提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

この発明では、レゾルバの励磁信号とレゾルバの出力との位相差データをレゾルバの回転位置データとしてサンプリングし、前回サンプリング値と今回サンプリング値との差分により回転速度を算出するレゾルバにおいて、レゾルバを所定の等

速度 ω で回転させ、この等速回転中にレゾルバ回転速度 ω_n をレゾルバの各回転位置に対応して求める工程と、前記等速の回転速度 ω を上記工程で求めた各レゾルバ回転速度 ω_n で除すことで速度補正係数をレゾルバの各回転位置に対応して求める工程と、レゾルバを用いて回転軸の速度を算出する際、算出された回転速度を上記速度補正係数を用いて補正する工程とを具えるようにする。

〔作用〕

すなわち、前記等速度 ω での回転中にレゾルバ1回転における全ての位置 θ_n ($n=1 \sim \text{MAX}$ 値)とこれらの位置に対応する速度 ω_n ($n=1 \sim \text{MAX}$ 値)とを測定し、前記設定速度 ω とこれら測定速度の比 ω/ω_n を求めることで速度補正係数 $A(n) = \omega/\omega_n$ を予め求めておく。

そして、レゾルバを実際に使用するときには測定された速度に同じ位置データに対応する前記補正係数 $A(n)$ を掛けることで真の速度を求めるようにする。

〔実施例〕

上記(2)式によれば、真の速度 $d\theta/dt$ はサンプリング位置データ $R(\theta)$ の差分から求まる見掛け上の速度(測定速度) $dR(\theta)/dt$ に対し θ のみによって決定される補正係数 $A(\theta)$ を掛けたものになる。

したがって、第2図に示すように、予め所定の等速度 ω でレゾルバを回転させ、この回転中にレゾルバ1回転における全ての位置 θ_1 、 θ_2 、…、 θ_n 、…、 θ_{max} とこれらの位置に対応する速度 ω_1 、 ω_2 、…、 ω_n 、…、 ω_{max} とを測定し、前記設定速度 ω とこれら測定速度の比を下記のように求めることで、各位置 θ_1 、 θ_2 、…、 θ_n 、…、 θ_{max} に対応する補正係数 $A(\theta_1)$ 、 $A(\theta_2)$ 、…、 $A(\theta_n)$ 、…、 $A(\theta_{\text{max}})$ を求め、これらを記憶しておく。

$$A(\theta_1) = \omega / \omega_1$$

$$A(\theta_2) = \omega / \omega_2$$

$$\vdots$$

$$A(\theta_n) = \omega / \omega_n$$

$$\vdots$$

$$A(\theta_{\text{max}}) = \omega / \omega_{\text{max}}$$

以下、この発明の実施例を添付図面にしながら詳細に説明する。

まず、この発明の原理を説明する。

レゾルバによってサンプリングされた位置データを $R(\theta)$ 、真の位置を θ 、これらの偏差を $E(\theta)$ とすると、

$$R(\theta) = \theta - E(\theta) \quad \dots (1)$$

なる関係が成立する。

上式を時間 t で微分すると、

$$\begin{aligned} dR(\theta)/dt &= d(\theta - E(\theta))/dt \\ &= d\theta/dt - dE(\theta)/dt \\ &= d\theta\{1 - (dE(\theta)/d\theta)\}/dt \end{aligned}$$

したがって、

$$d\theta/dt = \{1/[1 - (dE(\theta)/d\theta)]\} \times [dR(\theta)/dt]$$

ここで、 $E(\theta)$ は θ の関数であるから

$$1/[1 - (dE(\theta)/d\theta)] = A(\theta)$$

とすれば、下記(2)式が成立する。

$$d\theta/dt = A(\theta) \times [dR(\theta)/dt] \quad \dots (2)$$

そして、レゾルバを用いて速度検出並びに速度制御を行なう際には、測定した位置データ $R(\theta)$ に基き演算した回転速度(見掛け上の速度) $V(\theta_n) (= dR(\theta)/dt)$ を下式(3)のようにその位置データ $R(\theta)$ に対応する補正係数 $A(\theta_n)$ で補正することで真の回転速度 $V_c(\theta_n)$ を求めるようにする。

$$V_c(\theta_n) = V(\theta_n) \times A(\theta_n) \quad \dots (3)$$

第1図は、この発明の実施例を示すフローチャートであり、このフローチャートは例えば、先の第4図に示した構成のCPU70の作用を主に示している。以下、このフローチャートを参照してその動作を説明する。

まず、例えばレゾルバ製造時や製品出荷前など、レゾルバが実際に使用される前に、前述した補正係数 $A(\theta_n)$ を得るためにレゾルバが取り付けられた軸を等速度 ω で回転する(ステップ100)。この回転の際、CPU70はレゾルバ1回転における全ての位置 θ_1 、 θ_2 、…、 θ_n 、…、 θ_{max} とこれらの位置に対応する速度 ω_1 、 ω_2 、…、 ω_n 、…、 ω_{max} とを測定演算する。或る位置と

次の位置との間隔はレゾルバの分解能を考慮して適宜の値に設定する(ステップ110)。

次にこのようにして求めた速度 ω_1 、 ω_2 、…、 ω_n 、…、 ω_{max} と前記設定等速度 ω との比をとることによって各位置 θ_1 、 θ_2 、…、 θ_n 、…、 θ_{max} に対応する前記補正係数 $A(\theta_1)$ 、 $A(\theta_2)$ 、…、 $A(\theta_n)$ 、…、 $A(\theta_{max})$ を適宜の手段で求める(ステップ120)。この様にして求めた補正係数 $A(\theta_1)$ 、 $A(\theta_2)$ 、…、 $A(\theta_n)$ 、…、 $A(\theta_{max})$ は各位置 θ_1 、 θ_2 、…、 θ_n 、…、 θ_{max} と対応付けて例えば対応テーブル形式でCPU70内のメモリに保存記憶する。

その後、レゾルバが実際に使用される際には(ステップ130)、CPU70は前述した信号処理によって回転位置 $R(\theta)$ を測定し、この位置データと前回の位置データとの差分を取ることによって回転速度 $V(\theta)$ をまず求める。さらに、CPU70はこの回転位置 $R(\theta)$ に対応する補正係数 $A(\theta)$ を前記対応テーブルから読み出し、この補正係数 $A(\theta)$ を使って前記求めた回転速度 $V(\theta)$

を先の第(3)に従って補正し、この補正後の値を真の回転速度 $V_c(\theta)$ として実際の制御に用いるようにする。

なお、本発明を適用するレゾルバは、先の第4図に示した形式のものに限るわけではなく、本発明は他の任意の構成を持つレゾルバに適用可能である。

〔発明の効果〕

以上説明したようにこの発明によれば、レゾルバを実際に使用する前にレゾルバを等速度で回転して速度補正係数を求め、レゾルバを実際に使用する際にはこの速度補正係数を用いて測定速度を補正するようにしたので、簡単な処理によって常に正確な回転速度検出をなし得るようになる。

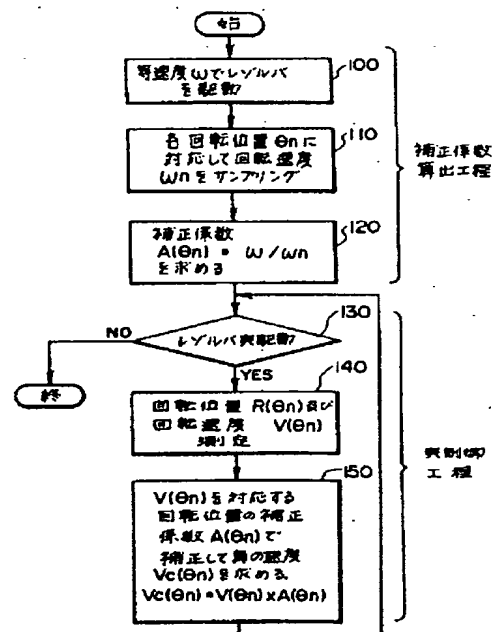
4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の実施例を示すフローチャート図、第2図は上記実施例を説明するための図、第3図はレゾルバの概念的構成を示す図、第4図は一般的なレゾルバ駆動制御装置を例示する図、第5図は第3図のレゾルバ駆動制御装置の各部の

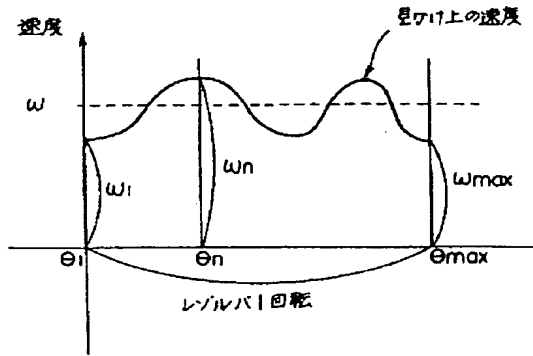
作用を示すタイムチャート、第6図は従来の不具合を説明する図である。

- 1…2…1次巻線、3…2次巻線、
- 10…発振器、20…カウンタ、
- 30…メモリ、40…D/A変換器、
- 50…レゾルバ、60…ラッチ、
- 70…CPU、80、90…ゼロクロス検出回路

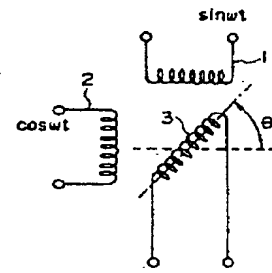
出願人代理人 木村高久



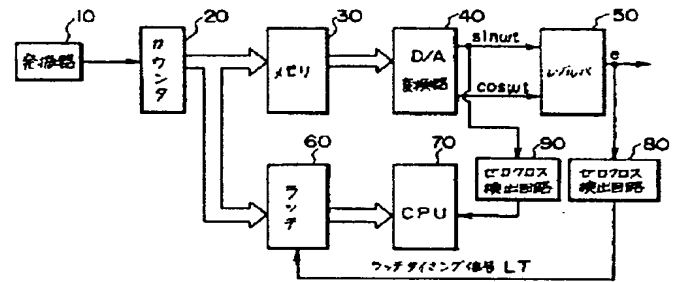
第1図



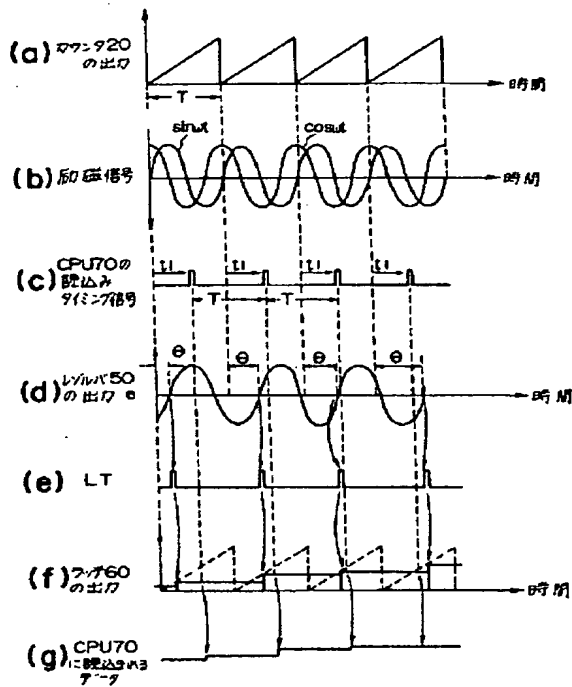
第 2 図



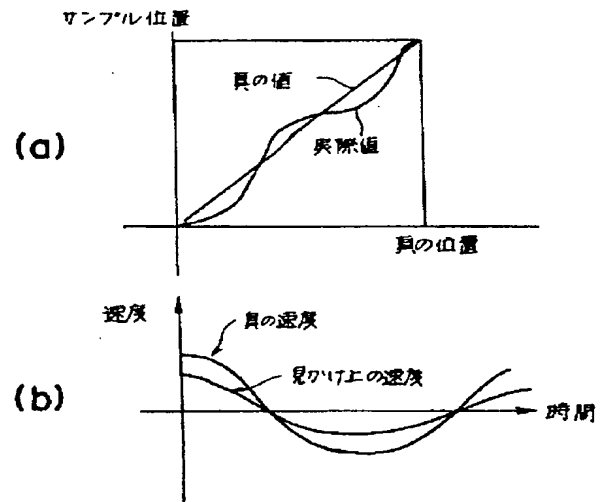
第 3 図



第 4 図



第 5 図



第 6 図